Revisão Narrativa de Literatura

www.eoftalmo.org.br

 http://dx.doi.org/10.17545/eOftalmo/2017.94

Aberrometria na cirurgia de catarata

Aberrometry in cataract surgery

Aberrometry in cataract surgery

Isaac Carvalho de Oliveira Ramos. Hospital de Olhos Santa Luzia, Maceió, AL, Brasil. dr.isaacramos@gmail.com
Guilherme Ribeiro. Oculare. Oftalmologia de Excelência, Maceió, AL, Brasil. guilhermebor@gmail.com
Andréia Peltier de Queiroz Urbano de Souza. Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, São Paulo, SP, Brasil. andreiapeltierurbano@gmail.com

RESUMO

Com a evolução tecnológica dos cálculos biométricos, das técnicas cirúrgicas, dos equipamentos de facoemulsificação e das lentes intraoculares (LIOs), a cirurgia de catarata tornou-se um procedimento essencialmente refrativo, no qual se almeja atingir no pós-operatório não somente ganho de linhas de visão, mas de qualidade visual. Quando se fala de qualidade visual, deve-se ir além da tabela de Snellen e adentrar os conceitos da Aberrometria. O Grupo de Revisão da Literatura da Sociedade Brasileira de Catarata e Cirurgia Refrativa (ABCCR/BRASCS), com esta atualização sobre o tema, pretende ressaltar a importância do exame de Aberrometria pré-operatório para o paciente que será submetido à Cirurgia de Catarata, pela sua grande utilidade para a otimização do planejamento cirúrgico e melhor escolha da lente intraocular.

Palavras-Chave:
Catarata;
Aberrometria;
Acuidade visual;

ABSTRACT

Technological advances in biometric calculation, surgical techniques, phacoemulsification equipment, and intraocular lenses (IOLs) have made cataract surgery essentially a refractive procedure, which aims not only to gain more postoperative lines of visual acuity but also better visual quality. When considering visual acuity, it is essential to go beyond the Snellen chart and use aberrometry concepts. This update by the Literature Review Group of the Brazilian Society for Cataract and Refractive Surgery aims to emphasize the importance of preoperative aberrometry examinations in patients who are scheduled to undergo cataract surgery because of its ability to optimize surgical planning and to enable a better selection of IOLs.

Keywords:
Cataract;
Aberrometry;
Visual acuity;

RESUMEN

Con la evolución tecnológica de los cálculos biométricos, de las técnicas quirúrgicas, de los equipos de facoemulsificación y de las lentes intraoculares (LIOs), la cirugía de catarata se ha convertido en un procedimiento esencialmente refractivo, en el cual se espera alcanzar en el postoperatorio no solamente el haber ganado de líneas de visión, sino calidad visual. Cuando se habla de calidad visual, se debe ir más allá de la tabla de Snellen y entrar en los conceptos de la Aberrometría. El Grupo de Revisión de la Literatura de la Sociedad Brasileña de Catarata y Cirugía Refractiva (ABCCR/BRASCS), con esta actualización sobre el tema, pretende resaltar la importancia del examen de Aberrometría preoperatorio para el paciente que será sometido a la Cirugía de Catarata, por su gran utilidad para la optimización de la planificación quirúrgica y mejor elección de la lente intraocular.

Palabras Clave:
Catarata;
Aberrometría;
Agudeza visual;

Fonte de financiamento: declaram não haver.
Parecer CEP: não se aplica.
Conflito de interesses: declaram não haver.
Recebido em: 27/02/2017
Aprovado em: 11/03/2017
Publicado em: 20/09/2017

Como citar: Ramos ICO, Ribeiro G, Souza APQU. Aberrometria na cirurgia de catarata. eOftalmo. 2017; 3(3): 6-15.
http://dx.doi.org/10.17545/eOftalmo/2017.94

INTRODUÇÃO

Com a evolução tecnológica dos cálculos biométricos, das técnicas cirúrgicas, dos equipamentos de facoemulsificação e das lentes intraoculares (LIOs), a cirurgia de catarata tornou-se um procedimento essencialmente refrativo, no qual se almeja atingir no pós-operatório não somente ganho de linhas de visão, mas de qualidade visual. Quando se fala de qualidade visual, deve-se ir além da tabela de Snellen e adentrar os conceitos da Aberrometria.

A Aberrometria é a área que estuda as aberrações ópticas, que podem ser classificadas em cromáticas e monocromáticas.

As aberrações cromáticas são decorrentes do fato de que cada cor possui um diferente comprimento de onda e consequentemente um índice refracional diferente. Dessa forma, cada cor do espectro visível é refratada de uma forma distinta (Figura 1).

Fonte: http://www.tecnisiol.com/eu/materials.htm

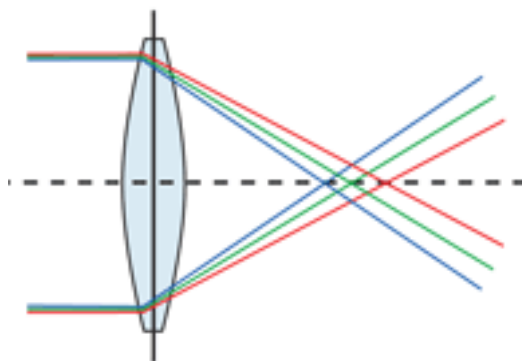



Figura 1 – Ilustração das cores, com seus diferentes comprimentos de onda, sendo refratadas em diferentes ângulos.

As cores de comprimento de onda curto, como o verde, por exemplo, terão seu foco mais anterior (córnea e cristalino) quando comparada com a cor vermelha, com grande comprimento de onda, que terá seu foco mais posterior. Publicações mostram que existem até duas dioptrias de diferença cromática dentro do espectro visual, o que certamente deve gerar consequências na qualidade de visão do paciente.[1,2] Apesar de sabermos de sua existência, ainda não existem equipamentos que consigam avaliar de forma sensível a sua influência na função visual, porém já são utilizados métodos para melhorar essa dispersão cromática em lentes intraoculares. A LIO Tecnis Symfony® (Abbott Medical Optics), por exemplo, apresenta uma tecnologia de controle da aberração cromática que diminui a dispersão dos diferentes comprimentos de ondas e melhora a qualidade visual no pós-operatório[3] (Figura 2).

Fonte: http://www.tecnisiol.com/eu/materials.htm

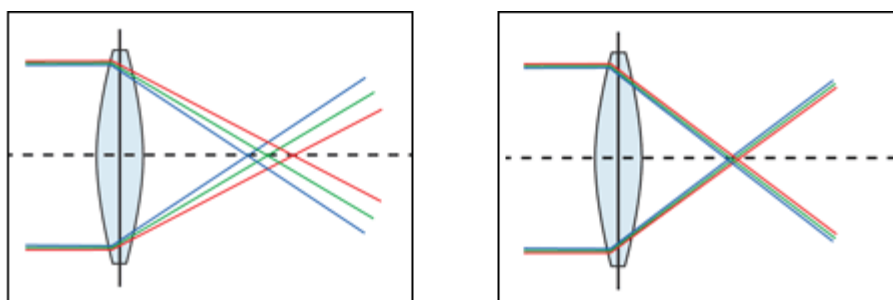



Figura 2 – Ilustração de uma lente sem controle de aberração cromática (esquerda) e outra com controle de aberração cromática (direita)

As aberrações monocromáticas, por sua vez, já são bem estudadas e sua influência na qualidade de visão deve ser medida no pré e pós-operatório dos pacientes de cirurgia de catarata. As aberrações monocromáticas podem ser divididas em aberrações de baixa e de alta ordem. No primeiro grupo, encontram-se os erros refrativos como a miopia (defocus miópico) e a hipermetropia (defocus hipermetrópico), além do astigmatismo. As aberrações de alta ordem, como por exemplo o coma, o trefoil e a aberração esférica, embora representem a menor parte dos erros refrativos em olhos normais, podem influenciar negativamente a qualidade visual, principalmente no que se refere ao contraste mesópico.[4]

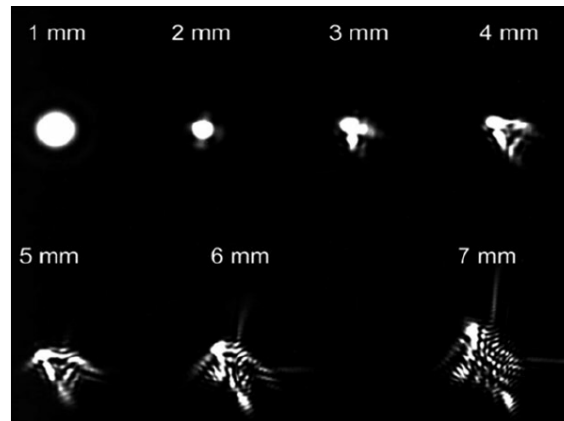
Como as aberrações oculares são diretamente proporcionais ao tamanho pupilar,[5] quando o tamanho da pupila diminui, a íris passa a ser uma verdadeira barreira aos raios luminosos mais periféricos e aberrados, permitindo que apenas as aberrações mais centrais sejam percebidas pela retina. Já em pupilas maiores, os raios periféricos e com maiores aberrações de alta ordem geram dispersão de luz e consequente maior borramento da imagem retiniana.[6] (Figura 3). A avaliação dessas aberrações no pré-operatório é fator determinante para um correto planejamento cirúrgico da lente intraocular a ser implantada.

Fonte: https://www.researchgate.net/publication/275891163_Human_Vision_and_Perception

Figura 3 – Ilustração do Point Spread Function (PSF – Ponto de Espalhamento de Luz), o qual é o indicador da imagem retiniana formada por um ponto de luz emitido por um objeto. Quanto maior o tamanho da pupila, mais aberrações oculares e maior o ponto de espalhamento da luz.

Seleção de LIO baseada na Aberrometria

A escolha da lente intraocular na cirurgia de catarata é, atualmente, um passo cirúrgico de grande importância, devido à alta diversidade de modelos e tecnologias disponíveis. É importante enfatizar que, apesar do sofisticado avanço tecnológico, não é sempre a lente intraocular mais moderna ou mais avançada que apresentará o melhor resultado visual.

O uso da Aberrometria para auxiliar essa tarefa permite duas abordagens:

– Escolha entre LIO Esférica ou Asférica

– Indicação ou Contraindicação de Lentes Multifocais

LIOs Esféricas x LIOs Asféricas

A asfericidade (Q) é uma medida geométrica de superfícies elipsóides e representa a mudança da curvatura dessa superfície do centro para periferia. Por este motivo, uma esfera perfeita, por apresentar raios iguais e curvaturas iguais do seu centro para sua periferia, possui asfericidade zero (Q=0). Já a figura elíptica que apresenta seus raios centrais menores (centro mais curvo) do que seus raios periféricos são descritas como Asferas Proladas, com asfericidade negativa (Q negativo). E a figura elíptica que apresenta seus raios centrais maiores (centro mais plano) do que seus raios periféricos são Asferas Obladas, com asfericidade positiva (Q positivo) (Figura 4).

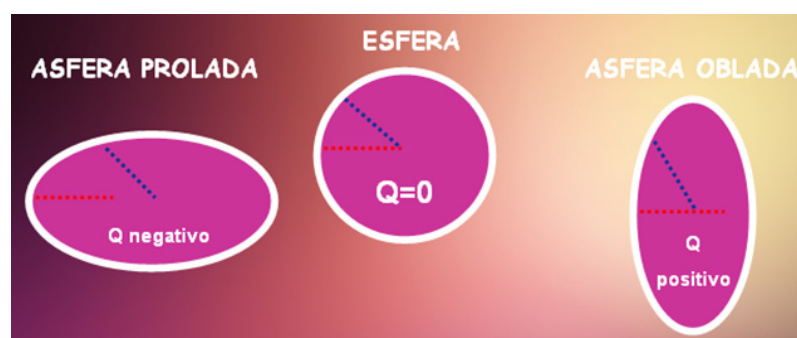



Figura 4 – Medida da asfericidade da esfera e asferas prolada e oblada.

Como a córnea humana não tem a forma geométrica de uma esfera perfeita e apresenta diferentes raios de curvatura, possui fator Q diferente de zero. Por este motivo, a córnea normal, que apresenta o centro mais curvo do que a periferia, é descrita como prolada e com asfericidade negativa (Q negativo). Após uma fotoablação miópica, a córnea pós-operatória irá apresentar o centro mais aplanado do que a periferia, tornando-se oblada e com asfericidade positiva (Q positivo) (Figura 5).

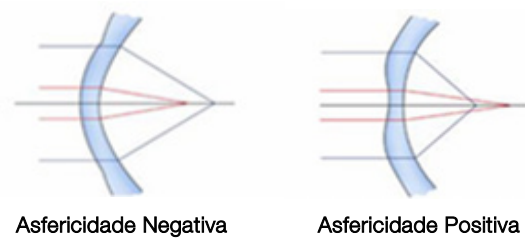



Figura 5 – Córnea pré-operatória com asfericidade negativa e córnea pós-operatória após fotoablação miópica com asfericidade positiva.

Toda lente apresenta algum valor de asfericidade e esse valor é diretamente proporcional à indução de uma aberração monocromática de alta ordem chamada de aberração esférica. Essa aberração é descrita como a diferença na refração da luz no centro e na periferia de uma lente devido ao ângulo de incidência dos raios luminosos em relação à superfície da mesma. Dessa forma, os raios que sofrem refração no centro serão focados em um ponto e os periféricos em um foco distinto (Figura 6). Todo sistema óptico que apresenta aberração esférica sofre distorção da imagem e consequente perda da sua qualidade óptica.

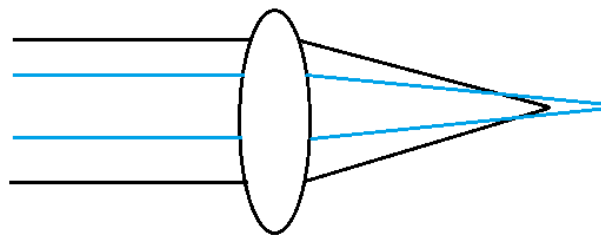



Figura 6 – Ilustração de uma lente com aberração esférica e seus diferentes pontos de foco.

A córnea humana apresenta, em média, uma asfericidade de -0.23 μm e esse formato peculiar induz, em média, uma aberração esférica positiva de +0.28 μm.[7] Apesar dessa aberração esférica positiva da córnea, o cristalino do paciente jovem, no processo da acomodação, gera uma aberração esférica negativa, que praticamente compensa o valor da aberração corneal, gerando, assim, um equilíbrio e uma consequente boa qualidade de visão de perto, na juventude.[8]

Com o passar da idade, a córnea mantém sua forma ou tende a ficar levemente negativa, porém o cristalino, com seu envelhecimento natural, vai ganhando volume, aumentando a espessura de sua porção tanto central quanto periférica e, ao perder sua plasticidade, tende a gerar positivação da sua aberração esférica. Dessa forma, com o passar da idade, surge a presbiopia: a aberração esférica positiva total do olho aumenta e há perda da qualidade da visão de perto devido à ausência do equilíbrio entre a córnea e o cristalino que acomodava[9] (Figura 7).

Figura 7 – Aberrações ópticas nos processos da Acomodação e Presbiopia.

Com o advento das lentes intraoculares, os primeiros modelos de desenho confeccionados foram os das lentes esféricas. Nesse modelo de lentes, os raios que passam pela periferia convergem anteriormente aos raios paracentrais, ocasionando aberração esférica positiva.

Por isso, com o implante das primeiras LIOs esféricas, percebeu-se que a sensibilidade ao contraste de pacientes pseudofácicos não era significativamente diferente de pacientes fácicos com catarata da mesma idade. Ou seja, ao implantar lentes intraoculares esféricas, em sua maioria, não se melhorava a qualidade visual como esperado.[10] Esse resultado obtido decorria do fato de que, como a córnea apresentava uma aberração esférica positiva e fazia-se o implante de LIOs esféricas, de aberração esférica também positiva, estava-se induzindo aberração de alta ordem no sistema óptico total muito positiva e, consequentemente, perdendo-se qualidade visual.

No intuito de mimetizar a aberração esférica do cristalino jovem, foram propostas por Holladay, em 2002, as lentes intraoculares asféricas. Esse modelo de lente conta com um desenho geométrico específico, na sua face posterior e também em suas bordas, que busca modificar o raio de curvatura da lente do centro para periferia, para que os raios acabem focando em um mesmo ponto, com melhora da qualidade visual. A depender do desenho das lentes intraoculares asféricas, podem ser obtidas lente asféricas com aberração esférica negativa ou lente asféricas com aberração esférica zero (neutras).

Sendo assim, a diferença básica entre a lente esférica e a asférica, é que, na lente esférica, toda a sua superfície apresenta a mesma curvatura, fazendo com que os raios mais periféricos sejam refratados diferentemente dos raios centrais (modelo com aberração esférica positiva). Já as lentes asféricas, possuem as superfícies anterior e/ou posterior de suas bordas diferenciadas da região central para compensar essa diferença (modelos com aberração esférica negativa e modelos com aberração esférica zero) (Figura 8).

Fonte: http://www.ophthalmologymanagement.com/articleviewer.aspx?articleid=86679

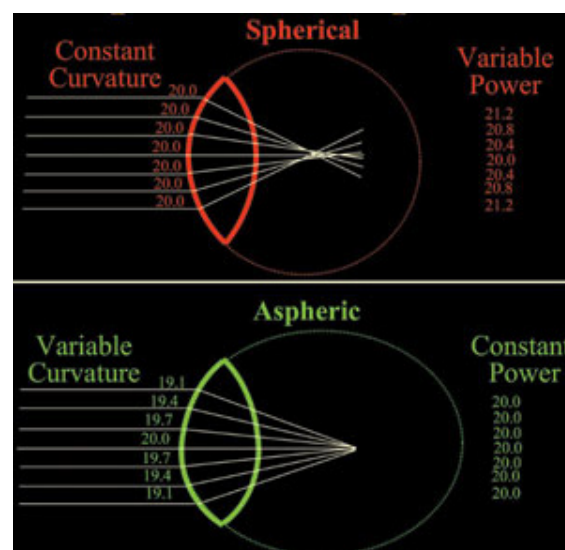



Figura 8 – Desenho esquemático de diferenciação de uma lente esférica (laranja) e uma lente asférica (verde).

Os desenhos mais modernos das lentes intraoculares asféricas buscam induzir aberração esférica negativa para compensar parte das aberrações esféricas corneais e melhorar o desempenho visual do paciente, principalmente do contraste mesópico.[11]

Dessa forma, foi observado que, em córneas normais, as lentes asféricas proporcionam uma melhor sensibilidade ao contraste, principalmente em condições mesópicas e mesópicas submetidas a situações de ofuscamento, quando comparadas com as lentes esféricas[12] (Figura 9).

Fonte: Adaptado de http://development.aao.org/publications/eyenet/201011/cataract.cfm

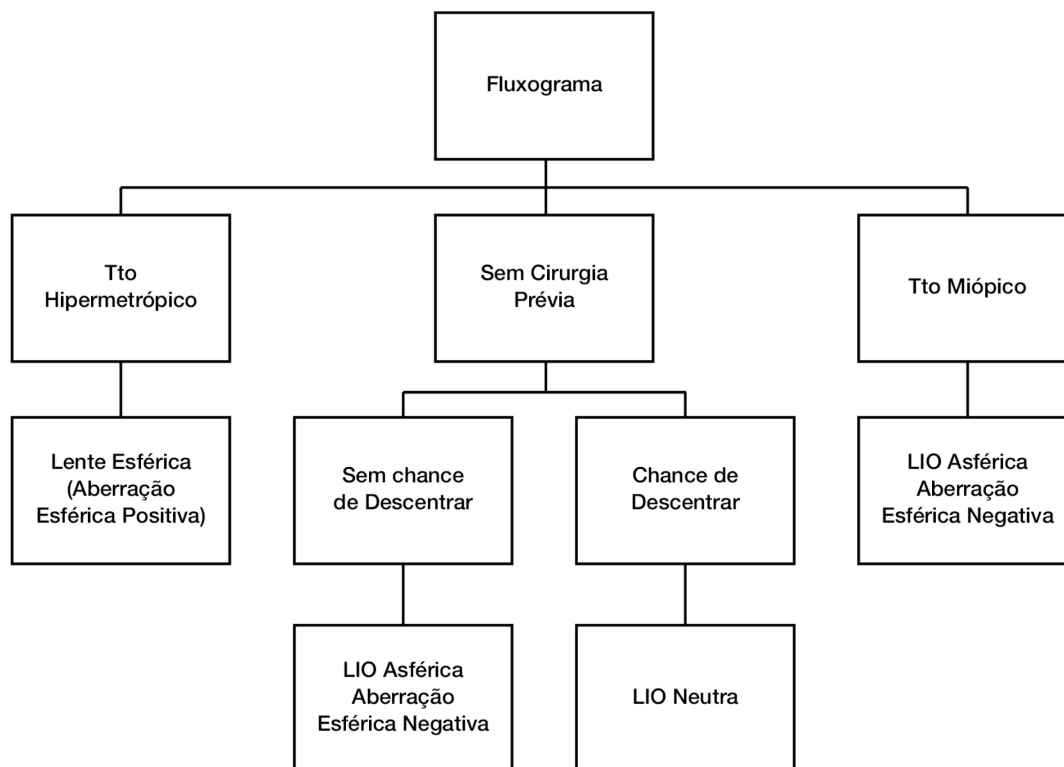



Figura 9 – Fluxograma de escolha de LIO baseado no padrão corneano da aberração esférica.

No entanto, não são todos os olhos que possuem uma boa indicação para as lentes asféricas. Os pacientes que foram submetidos à cirurgia refrativa (RK, LASIK e PRK) estão envelhecendo e sendo submetidos à cirurgia de catarata. Estudos demonstram que após cirurgia de superfície com excimer laser existe uma modificação da superfície anterior, com consequente alteração da asfericidade natural da córnea. Os pacientes submetidos a tratamentos miópicos sofrem indução de aberração esférica positiva, já que o centro de sua córnea é aplanado, enquanto nos tratamentos hipermetrópicos existe a indução de aberração esférica negativa, cujo centro é encurvado.[13]

Por esse motivo, recomenda-se utilizar LIOs asféricas com aberração esférica negativa nos pacientes pós-tratamento miópico, para tentar compensar a aberração esférica positiva induzida pela fotoablação. Por outro lado, nos pacientes com tratamentos hipermetrópicos, a melhor escolha seria uma lente intraocular esférica clássica, já que esta induz aberração esférica positiva e compensaria a aberração esférica negativa resultante da fotoablação (Figura 9).

Em casos em que existe possibilidade de fragilidade zonular ou outras alterações que possam predispor à descentração da LIO, recomendam-se as LIOs asféricas com aberração esférica zero ou também denominada neutra. Sabe-se que as LIOs asféricas de aberração esférica negativa, quando descentram, induzem altos graus da aberração de alta ordem coma, gerando perda de qualidade visual.[14,15] (Figura 9).

Contraindicação de LIOs Multifocais baseada na Aberrometria

A literatura descreve pacientes com queixa de fenômenos ópticos (halos, glare ou diminuição do contraste), quando submetidos à cirurgia de catarata, principalmente com a utilização de lentes multifocais intraoculares. Isso ocorre porque, independentemente da tecnologia de lente ser refrativa ou difrativa, existe uma divisão da imagem com perda de sensibilidade ao contraste. Dessa forma, a indicação de LIOs multifocais perpassa por diversos aspectos relativos ao paciente. Dentre eles podemos citar alguns que devem ser evitados como: pacientes muito exigentes com um alto grau de expectativa e também pilotos de avião ou profissionais que dirijam muito durante a noite.

Em relação à Aberrometria, é de bom senso avaliar com cuidado as aberrações de alta ordem no pré-operatório de pacientes candidatos à LIO multifocal, pois pacientes que apresentam um alto índice dessas aberrações apresentam, no pós-operatório, mais queixa de disfotopsia, glare e halos, podendo resultar na inadaptação à LIO multifocal, com consequente necessidade de troca dessa lente.[16]

Segundo a literatura, a principal aberração de alta ordem que gera esse tipo de queixa é o coma (aberração assimétrica) e algumas literaturas sugerem o ponto de corte de medida do coma de 0.32 ou 0.33 μm para contraindicar a LIO multifocal.[16,17]

Ao estudar as aberrações oculares no pré-operatório de cirurgia de catarata, podemos nos beneficiar de informações como do paciente da Figura 10, o qual foi submetido a uma cirurgia ceratorrefrativa e apresenta uma aberração coma de 0.666 μm, que provavelmente iria dificultar a adaptação com uma LIO multifocal. Nessa imagem, ainda podemos notar uma aberração esférica de +1.121 μm, resultante do aplanamento central secundário ao tratamento miópico prévio. Esse é um paciente ideal para uso de LIO asférica monofocal, de aberração esférica negativa.

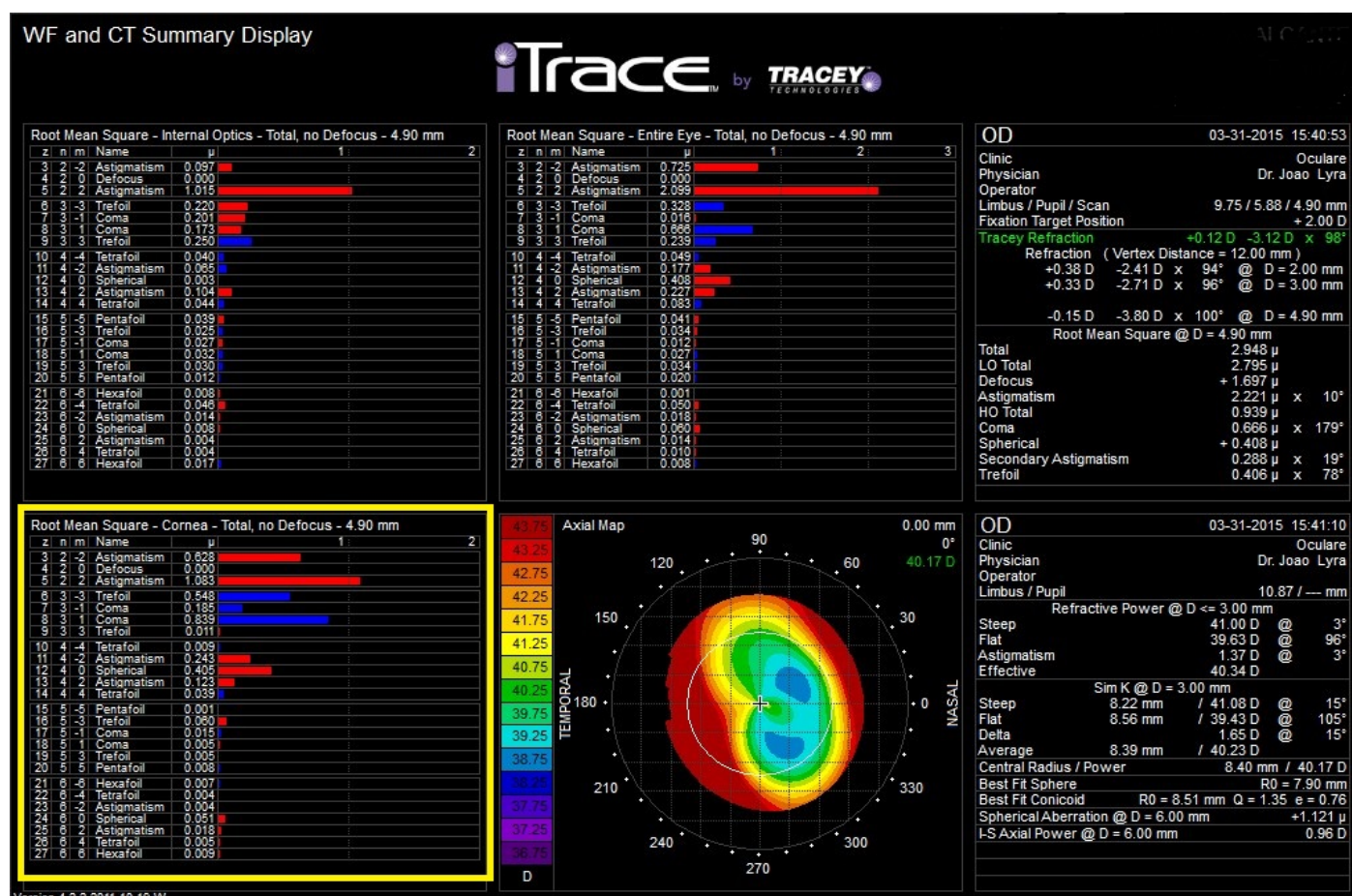



Figura 10 – Exame de aberrometria de paciente pós-cirurgia refrativa, com aberração coma de 0.666 μm e aberração esférica de +1.121μm, resultantes da fotoablação miópica.

Nova Tecnologia (ORA®)

O ORA® (Optiwave Refractive Analysis; WaveTec Vision Systems Inc., Aliso Viejo, CA, USA) é uma plataforma de análise de aberrometria intraoperatória. Ela foi desenvolvida no intuito de aumentar ainda mais a precisão biométrica na cirurgia de catarata, utilizando a aberrometria para produzir resultados mais previsíveis e precisos do poder efetivo da lente.

Tecnologias de frente de onda, como Hartmann-Shack, fazem uso de princípios matemáticos para capturar e analisar uma frente de onda. No entanto, essas tecnologias não se prestam para uso em cirurgia de catarata, pois o seu desenho é muito grande para ser incorporado ao microscópio cirúrgico. Além disso, essa tecnologia tem uma limitação refracional de, em média -10 à +8 dioptrias (D), enquanto as médias de um olho do paciente típico catarata é de +13D. O ORA® usa uma nova forma de análise de frente de onda, conhecido como Interferometria Talbot- Moiré.[18] Essa tecnologia permite que o equipamento seja compacto e leve, podendo ser ligado diretamente ao microscópio cirúrgico, sem interferir com o espaço de trabalho, além de poder a cobrir dioptrias de -20 a +20D.

As medidas de refração desse equipamento podem ser feitas nos modos fácicos, afácicos ou pseudofácicos. As refrações no modo afácico são primariamente desenvolvidas para ajudar na correção do valor esférico e cilíndrico das lentes intraoculares (LIOs). Já as leituras no modo pseudofácico são para confirmar o erro refracional programado no pré-operatório, ajudar a posicionar LIO tóricas além de ajudar sobre medida de graus nas incisões relaxantes límbicas.

Publicações demonstram que as leituras desse equipamento podem ser afetadas pelo edema corneano e tipos de blefarostato.[19] As medidas mais reprodutíveis são feitas no modo afácico com uso de viscoelástico.[20] Apesar disso, uma publicação recente de Maket et al testou 6 diferentes viscoelásticos e sua possível interferência nas leituras biométricas da aberrometria intraoperatória e perceberem que 2 dos 6 materiais apresentavam uma diferença biométrica de 0,50 para menos, quando comparados com o BSS. Esse desvio biométrico pode ser explicado pelos diferentes índices de refração dos materiais. Dessa forma os autores sugerem avaliar com cuidado os valores medidos e tentar corrigir se necessário o nomograma de escolha da lente.[21]

Apesar dessas limitações, estudos têm demonstrado que o uso de aberrometria intraoperatória aumentou 2.4 vezes a chance de obter 0.50D ou menor no astigmatismo refrativo residual, quando comparado com métodos convencionais. Além de demonstrar que o uso da aberrometria intraoperatória modificou significativamente a tomada de decisão durante a cirurgia, com a mudança de poder cilíndrico em 24% das vezes, mudança do poder esférico 25%, além de rotações em 92% dos casos de implante de lente tórica.[22] Além disso, estudos têm demonstrado que o uso dessa tecnologia pode prover resultados refracionais superiores em casos de cirurgia corneo-refrativa prévia (LASIK ou PRK), quando comparadas com calculadoras convencionais para lentes tóricas.[23,24]

CONCLUSÃO

Diante do exposto, podemos observar que o exame de Aberrometria pré-operatório para o paciente que será submetido à Cirurgia de Catarata é, atualmente, considerado de grande utilidade para a otimização do planejamento cirúrgico e melhor escolha da lente intraocular. Com esses cuidados pré-operatórios, o cirurgião pode oferecer ao seu paciente uma melhor qualidade visual pós-operatória, bem como evitar insatisfações decorrentes da influência das aberrações oculares prévias no resultado facorrefrativo.

REFERÊNCIAS

1. ↲ Jankov M, Mrochen M, Schor P, Chamon W, Seiler T. JankovMirko, Mrochen Michael, Schor Paulo, Chamon Wallace, Seiler Theo. Frentes de ondas (wavefronts) e limites da visão humana Parte 1: fundamentos. Arq Bras Oftalmol 2002;65(6):679–84. https://doi.org/10.1590/S0004-27492002000600016

2. ↲ Zhao H, Mainster MA. The effect of chromatic dispersion on pseudophakic optical performance. Br J Ophthalmol 2007;91(9):1225–9. https://doi.org/10.1136/bjo.2007.118745

3. ↲ Bethke W. IOL alternatives to multifocality. Review of Ophthalmology 2015;22(1):32. Disponível em: https://www.reviewofophthalmology.com/article/iol-alternatives-to-multifocality

4. ↲ Oshika T, Okamoto C, Samejima T, Tokunaga T, Miyata K. Contrast sensitivity function and ocular higher-order wavefront aberrations in normal human eyes. Ophthalmology 2006;113(10):1807–12. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2006.03.061

5. ↲ Wang Y, Zhao K, Jin Y, Niu Y, Zuo T. Changes of higher order aberration with various pupil sizes in the myopic eye. J Refract Surg 2003;19(2 Suppl):S270–4. PMID:12699188

6. ↲ Urbano et al. Medidas da qualidade da imagem. Wavefront Cirurgia Personalizada. Rio de Janeiro. Cultura Médica, 2006.

7. ↲ Wang L, Dai E, Koch DD, Nathoo A. Optical aberrations of the human anterior cornea. J Cataract Refract Surg 2003;29(8):1514–21. https://doi.org/10.1016/S0886-3350(03)00467-X

8. ↲ Artal P, Guirao A, Berrio E, Williams DR. Compensation of corneal aberrations by the internal optics in the human eye. J Vis 2001;1(1):1–8. https://doi.org/10.1167/1.1.1

9. ↲ Amano S, Amano Y, Yamagami S, Miyai T, Miyata K, Samejima T, Oshika T. Age-related changes in corneal and ocular higher-order wavefront aberrations. Am J Ophthalmol 2004;137(6):988–92. https://doi.org/10.1016/j.ajo.2004.01.005

10. ↲ Nio YK, Jansonius NM, Fidler V, Geraghty E, Norrby S, Kooijman AC. Age-related changes of defocus-specific contrast sensitivity in healthy subjects. Ophthalmic Physiol Opt 2000;20(4):323–34. https://doi.org/10.1016/S0275-5408(99)00103-9

11. ↲ Holladay JT, Piers PA, Koranyi G, van der Mooren M, Norrby NE. A new intraocular lens design to reduce spherical aberration of pseudophakic eyes. J Refract Surg 2002;18(6):683–91. PMID:12458861

12. ↲ Kershner RM. Retinal image contrast and functional visual performance with aspheric, silicone, and acrylic intraocular lenses. Prospective evaluation. J Cataract Refract Surg 2003;29(9):1684–94. https://doi.org/10.1016/S0886-3350(03)00523-6

13. ↲ Bottos KM, Leite MT, Aventura-Isidro M, Bernabe-Ko J, Wongpitoonpiya N, Ong-Camara NH, Purcell TL, Schanzlin DJ. Corneal asphericity and spherical aberration after refractive surgery. J Cataract Refract Surg 2011;37(6):1109–15. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2010.12.058

14. ↲ Altmann GE, Nichamin LD, Lane SS, Pepose JS. Optical performance of 3 intraocular lens designs in the presence of decentration. J Cataract Refract Surg 2005;31(3):574–85. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2004.09.024 PMID:15811748

15. ↲ Nanavaty MA, Spalton DJ, Marshall J. Effect of intraocular lens asphericity on vertical coma aberration. J Cataract Refract Surg 2010 Feb;36(2):215–21. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2009.08.024

16. ↲ ↲ Braga-Mele R, Chang D, Dewey S, Foster G, Henderson BA, Hill W, Hoffman R, Little B, Mamalis N, Oetting T, Serafano D, Talley-Rostov A, Vasavada A, Yoo S; ASCRS Cataract Clinical Committee. Multifocal intraocular lenses: relative indications and contraindications for implantation. J Cataract Refract Surg 2014;40(2):313–22. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2013.12.011

17. ↲ Hamza I, Aly MG, Hashem KA. Multifocal IOL dissatisfaction in patients with high coma aberrations. Presented at: ASCRS Symposium on Cataract, IOL and Refractive Surgery; March 27, 2011; San Diego, CA.

18. ↲ Wiley WF, Bafna S. Intra-operative aberrometry guided cataract surgery. Int Ophthalmol Clin 2011;51(2):119–29. https://doi.org/10.1097/IIO.0b013e31820f226d

19. ↲ Stringham J, Pettey J, Olson RJ. Evaluation of variables affecting intraoperative aberrometry. J Cataract Refract Surg 2012 Mar;38(3):470–4. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2011.09.039

20. ↲ Huelle JO, Katz T, Druchkiv V, Pahlitzsch M, Steinberg J, Richard G et al. First clinicial results on the feasibility, quality and reproducibility of aberrometry-based intraoperative refraction during cataract surgery. Br J Ophthalmol 2014;98(11):1484–91. https://doi.org/10.1136/bjophthalmol-2013-304786

21. ↲ Masket S, Fram NR, Holladay JT. Influence of ophthalmic viscosurgical devices on intraoperative aberrometry. J Cataract Refract Surg 2016;42(7):990–4. https://doi.org/10.1016/j.jcrs.2016.04.022

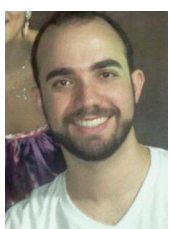
22. ↲ Hatch KM, Woodcock EC, Talamo JH. Intraocular lens power selection and positioning with and without intraoperative aberrometry. J Refract Surg 2015 Apr;31(4):237–42. https://doi.org/10.3928/1081597X-20150319-03

23. ↲ Canto AP, Chhadva P, Cabot F, Galor A, Yoo SH, Vaddavalli PK, Culbertson WW. Comparison of IOL power calculation methods and intraoperative wavefront aberrometer in eyes after refractive surgery. J Refract Surg 2013;29(7):484–9. https://doi.org/10.3928/1081597X-20130617-07

24. ↲ Ianchulev T, Hoffer KJ, Yoo SH, Chang DF, Breen M, Padrick T, Tran DB. Intraoperative refractive biometry for predicting intraocular lens power calculation after prior myopic refractive surgery. Ophthalmology 2014;121(1):56–60. https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2013.08.041

Isaac Carvalho de Oliveira Ramos

http://orcid.org/0000-0002-1067-2340

http://lattes.cnpq.br/1031790590268733

Guilherme Barreto de Oliveira Ribeiro

http://lattes.cnpq.br/0456468335099635

http://orcid.org/0000-0002-9731-3964

Andréia Peltier de Queiroz Urbano de Souza

http://lattes.cnpq.br/3762518245928286

http://orcid.org/0000-0001-5826-3012